UDC: 004.89+620.195.1 https://doi.org/10.15407/jai2023.02.094

РЕЗОНАНСНА ДІАГНОСТИКА ВИРОБНИЧОГО ПРОСТОРУ ГЕНЕРАТИВНИХ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

С. В. Ковалевський[1], О. С. Ковалевська[2], Д. М. Сидюк[3]
[1,2,3]Донбаська державна машинобудівна академія, Україна
вул. Академічна, 72, м. Краматорськ, Донецької обл., 84313
[1]kovalevskii61@gmail.com
[2]olenakovalevskaya@gmail.com
[3]sidyukdarija@gmail.com
[1]https://orcid.org/0000-0002-4708-4091
[2]https://orcid.org/0000-0001-5884-0430
[3]https://orcid.org/0000-0003-0516-6694

Анотація: Розвиток генеративних систем штучного інтелекту (ГСШІ) в сучасному світі вимагає вирішення проблем, пов'язаних із якістю, стійкістю та ефективністю генерованого вмісту. В цьому контексті резонансна діагностика набуває важливого значення. Метою даної роботи є дослідження можливостей застосування резонансної діагностики для виявлення, аналізу та усунення проблем в генеративних системах штучного інтелекту. Для досягнення поставленої мети були визначені наступні задачі: аналіз теоретичних основ резонансної діагностики; дослідження можливостей використання резонансного сигналу для налаштування параметрів навчання ГСШІ; вивчення впливу резонансної діагностики на стійкість та адаптацію ГСШІ до змінних умов роботи. У роботі проведено аналіз резонансної діагностики в контексті ГСШІ та виявлено її потужний вплив на вирішення проблем, пов'язаних з якістю та продуктивністю систем. Дослідження показали, що резонансна діагностика може бути використана для досягнення реалістичності, різноманітності та якості генерованого вмісту. Також встановлено, що вона може сприяти покращенню стійкості та адаптації систем до змінних умов роботи.

Ключові слова: резонансна діагностика, генеративні системи штучного інтелекту, якість, стійкість, реалістичність, різноманітність.

RESONANCE DIAGNOSTICS OF PRODUCTION SPACE OF GENERATIVE SYSTEMS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

S. Kovalevskyy[1], O. Kovalevska[2], D. Sidyuk[3]
[1,2,3]Donbas state engineering academy, Ukraine
St. Akademichna, 72, Kramatorsk, Donetsk region, 84313
[1]kovalevskii61@gmail.com
[2]olenakovalevskaya@gmail.com
[3]sidyukdarija@gmail.com
[1]https://orcid.org/0000-0002-4708-4091
[2]https://orcid.org/0000-0001-5884-0430
[3]https://orcid.org/0000-0003-0516-6694

Abstract: The development of artificial intelligence generative systems (AIGS) in the modern world requires addressing issues related to the quality, stability, and efficiency of the generated content. In this context, resonance diagnostics become of paramount importance. The purpose of this study is to explore the possibilities of applying resonance diagnostics for detecting, analyzing, and resolving problems in artificial intelligence generative systems. To achieve the set goal, the following tasks were identified: analysis of the theoretical foundations of resonance diagnostics; investigation of the potential of using resonance signals to adjust AIGS learning parameters; studying the impact of resonance diagnostics on the stability and adaptation of AIGS to changing operating conditions. The study conducted an analysis of resonance diagnostics in the context of AIGS and revealed its powerful influence on addressing issues related to system quality and productivity. The research demonstrated that resonance diagnostics can be used to achieve realism, diversity, and quality of generated content. Additionally, it was determined that it can contribute to enhancing the stability and adaptation of systems to varying operational conditions.

Keywords: resonance diagnostics, artificial intelligence generative systems, quality, stability, realism, diversity.

Вступ

Зростаюча залежність сучасного суспільства від штучного інтелекту (ШІ) суттєво змінила парадигму розвитку технологій та промисловості. Системи ШІ, такі як генеративні системи, вже стали необхідною складовою для вирішення складних завдань у багатьох галузях, включаючи інженерію, медицину, фінанси та мистецтво. Їхній вплив на ефективність та продуктивність діяльності підприємств і організацій надзвичайно великий.

Однак разом зі стрімким розвитком ШІ виникають нові виклики та проблеми, пов’язані з його ефективним застосуванням у виробничих просторах. Однією з ключових проблем є надійна діагностика та контроль генеративних систем ШІ. Завдяки своїй здатності генерувати та аналізувати складні дані, системи ШІ можуть виявляти непередбачувані аномалії та несправності у виробничих процесах, що забезпечує підвищення якості продукції та зниження витрат [1].

Використання принципів резонансу та взаємодії із зовнішнім простором може надати унікальну можливість аналізувати та визначати стан генеративних систем у реальному часі. Із розширенням застосування резонансної діагностики до генеративних систем відкриваються нові перспективи щодо підвищення ефективності та надійності штучної інтелектуальної техніки у виробничих умовах.

При цьому зростання складності генеративних систем та розширення їх застосування призводить до зростання кількості факторів, які можуть вплинути на їхню працездатність. Виникає необхідність додатково вдосконалити методи діагностики та контролю, щоб забезпечити стабільну та безперебійну роботу генеративних систем у виробничих умовах [2, 3].

Актуальність і мета роботи

Резонансна діагностика – це сучасний підхід у сфері діагностики проблем з генеративними системами штучного інтелекту (ШІ). Цей метод базується на використанні резонансного сигналу для виявлення проблем та усунення їх у ШІ. Резонансний сигнал відображає ступінь відповідності між генерованим вмістом та очікуваним результатом. Ідентифікація та вирішення проблем у генеративних системах стають важливим завданням з погляду розширення їхнього застосування та підвищення якості генерованого вмісту.

Мета цієї статті полягає в розгляді теоретичних основ резонансної діагностики та аналізі результатів проведених досліджень щодо її ефективності. Стаття також спрямована на вивчення перспектив використання резонансної діагностики для покращення надійності та продуктивності генеративних систем ШІ. Розуміння можливостей резонансної діагностики може сприяти створенню більш якісних та ефективних генеративних систем, що відповідають сучасним вимогам та завданням.

Основна частина

Процес резонансної діагностики дозволяє досягти кількох важливих цілей у вдосконаленні генеративних систем ШІ:

1. Підвищення реалістичності генерованого вмісту. Застосування резонансного сигналу дозволяє виміряти ступінь схожості між генерованим вмістом та очікуваним результатом. Це сприяє налаштуванню параметрів навчання для досягнення більш реалістичних результатів.
2. Збільшення різноманітності генерованого вмісту. Резонансний сигнал допомагає оцінити різноманітність генерованого вмісту, що важливо для створення творчого та цікавого вмісту.
3. Зниження кількості невідповідного вмісту. Використання резонансного сигналу дозволяє виявити невідповідний вміст та налаштувати параметри навчання для покращення якості генерованого вмісту.
4. Прискорення швидкості навчання. Резонансний сигнал може бути використаний для аналізу динаміки навчання генеративної системи ШІ. Це дозволяє ефективніше налаштовувати параметри навчання.

5. Зниження витрат на навчання. Використання резонансного сигналу для вимірювання ефективності навчання допомагає економити ресурси при досягненні бажаних результатів.
6. Збільшення стійкості до шуму. Резонансна діагностика допомагає зробити генеративні системи ШІ більш стійкими до шуму.

Використання резонансного підходу у генеративних системах штучного інтелекту дає можливість знаходити оптимальні рішення для налаштування параметрів та поліпшення функціональності системи. Резонансні сигнали стають ключовими індикаторами для вимірювання відповідності між генерованим вмістом та очікуваним результатом. Це, у свою чергу, розкриває можливості для вдосконалення роботи генеративних систем, забезпечуючи їхню адаптацію до змінних умов та навіть вдосконалення їх якості в умовах шуму чи невідповідності [4].

Теоретичний обґрунтований підхід використання резонансної діагностики базується на властивостях резонансу, які виявляються у фізичних системах. Це явище відображає співвідношення між впливом зовнішнього стимулу та відгуком системи, коли частота стимулу співпадає з власною частотою коливань системи. На цій точці система реагує найбільш ефективно, сприймаючи мінімальну енергію для стимуляції. Цей концепт вже успішно використовується у різних галузях (таких як інженерія та фізика) і стає цінним інструментом для діагностики та контролю генеративних систем.

У відношенні генеративних систем резонансна діагностика пропонує новий погляд на управління їх функціональністю. Вона надає можливість виявити проблеми, такі як нестабільність, чутливість до параметрів та невідповідний вміст, і розробити оптимальні стратегії налаштування. Це допомагає створити генеративні системи, які мають вищу якість, стійкість та ефективність, що в свою чергу може позитивно позначитися на різних аспектах виробництва та застосування [5, 6, 7].

Математичне моделювання

Формалізований опис (математична модель) налаштування параметрів навчання генеративних систем ШІ для отримання бажаного результату має наступний вигляд [8].

Нехай G - генеративна система, яку потрібно налаштувати, а D - дискримінаційна система, яка навчається відрізняти генерований вміст від реального вмісту. Резонансний сигнал $R(\theta)$ можна визначити як:

$$R(\theta) = Ex \sim D[D(x)] - Ez \sim N(0,1) \left[D\big(G(z)\big)\right] \quad (1)$$

де θ - параметри генеративної системи G .

Резонансний сигнал є мірою когерентності між генерованим вмістом і реальним вмістом. Налаштовуючи параметри θ так, щоб збільшити резонансний сигнал, можна отримати генеративну систему G , яка генерує вміст більш високої якості.

Налаштування параметрів θ можна зробити за допомогою алгоритму градієнтного спуску, який починається з початкового значення параметрів θ_0 з наступним обчислюванням градієнта резонансного сигналу по відношенню до параметрів θ:

$$\nabla\theta R(\theta) = Ex \sim D[\nabla\theta D(x)] - Ez \sim \sim N(0,1)[\nabla\theta D(G(z))] \quad (2)$$

Алгоритм градієнтного спуску оновлює параметри θ за допомогою наступної формули:

$$\theta t + 1 = \theta t - \eta \nabla \theta R(\theta t) \quad (3)$$

де η - коефіцієнт навчання.

Алгоритм градієнтного спуску повторює цей процес доки резонансний сигнал не досягне заданого значення.

У контексті обговореного матеріалу резонансний сигнал – це міра когерентності між генерованим вмістом і реальним вмістом. Тоді резонансний сигнал можна визначити як різницю між очікуваною цінністю дискримінаційної мережі для реального вмісту та очікуваною цінністю дискримінаційної мережі для генерованого

вмісту. Налаштовуючи параметри генеративної мережі так, щоб збільшити резонансний сигнал, можна отримати генеративну систему, яка генерує вміст більш високої якості.

Наприклад, якщо є намагання створити генеративну систему, яка генерує реалістичні зображення людей, ми можемо використовувати резонансний сигнал для налаштування параметрів генеративної мережі так, щоб зображення, які вона генерує, були схожими на реальні зображення людей.

Резонансні сигнали можуть бути використані як сигнатури об'єктів ідентифікації. Сигнатура об'єкта ідентифікації – це унікальна характеристика об'єкта, яка може бути використана для його ідентифікації. Резонансні сигнали можуть бути використані для ідентифікації об'єктів у реальному часі. Це може бути використано для різних цілей, таких як контроль якості, моніторинг стану та охорона.

Проблема динамічної ідентифікації об'єктів полягає у розробці математичного апарата моделювання, який володів би можливостями, які забезпечують необхідні характеристики точності та адекватності динамічної моделі. Використання сигнатурного підходу до ідентифікації об'єктів дозволяє виключити суб'єктивні чинники в оцінці параметрів об'єктів, зменшити ресурсоємність операцій контролю. Математична модель резонансної діагностики виробничого простору генеративних систем штучного інтелекту (ГСШІ) заснована на використанні резонансного сигналу, який є мірою когерентності між генерованим вмістом і реальним вмістом. Резонансний сигнал можна визначити як різницю між очікуваною цінністю дискримінаційної мережі для реального вмісту та очікуваною цінністю дискримінаційної мережі для генерованого вмісту. Налаштовуючи параметри генеративної мережі так, щоб збільшити резонансний сигнал, можна отримати генеративну систему, яка генерує вміст більш високої якості [10].

Математична модель резонансної діагностики може бути представлена наступним чином:

$$R(\theta) = E\ x \sim D\ [D(x)] - E\ z \sim N(0,1)\ \left[D\big(G(z)\big)\right] \quad (4)$$

де θ - параметри генеративної мережі G , а D - дискримінаційна мережа, яка навчається відрізняти генерований вміст від реального вмісту.

Резонансний сигнал є мірою когерентності між генерованим вмістом і реальним вмістом. Налаштовуючи параметри θ так, щоб збільшити резонансний сигнал, можна отримати генеративну систему G , яка генерує вміст більш високої якості.

Математична модель резонансної діагностики може бути використана для виявлення та усунення проблем з ГСШІ, що впливають на якість генерованого вмісту. Резонансний сигнал можна використовувати для виявлення широкого кола проблем з ГСШІ, включаючи:

Нестабільність: ГСШІ може бути нестійкою, що означає, що вона може застрягти в локальному мінімумі і не може навчитися генерувати вміст високої якості. Резонансна діагностика може бути використана для виявлення нестабільності ГСШІ і налаштування параметрів навчання для підвищення стабільності.

Чутливість до параметрів навчання: ГСШІ може бути чутливою до параметрів навчання, що означає, що невеликі зміни параметрів навчання можуть призвести до значних змін якості генерованого вмісту. Резонансна діагностика може бути використана для виявлення параметрів навчання, чутливих до ГСШІ, і налаштування параметрів навчання для підвищення стабільності.

Генерація невідповідного вмісту: ГСШІ може генерувати невідповідний вміст, наприклад, зображення, які є образливими або шкідливими. Резонансна діагностика може бути використана для виявлення невідповідного вмісту, генерованого ГСШІ і налаштування параметрів навчання для запобігання генерації невідповідного вмісту.

Задача ідентифікації в умовах резонансної діагностики виробничого простору ГСШІ може бути сформульована наступним чином:

– нехай G - генеративна мережа, яка генерує вміст у реальному часі;

– нехай D - дискримінаційна мережа, яка навчається відрізняти генерований вміст від реального вмісту;

– нехай $R(\theta)$ - резонансний сигнал між G і D.

Задача полягає в налаштуванні параметрів θ так, щоб збільшити резонансний сигнал $R(\theta)$.

Ця задача може бути вирішена за допомогою наступних кроків:

– навчання дискримінаційній мережі D на наборі даних з реального вмісту;

– визначення резонансного сигналу $R(\theta)$;

– налаштування параметрів θ генеративної мережі G так, щоб збільшити резонансний сигнал $R(\theta)$.

Далі слід повторювати попередні кроки до досягнення бажаного результату.

Акустична резонансна діагностика для виробничих систем

Модель акустично-резонансної діагностики виробничого простору базується на понятті резонансного сигналу та його взаємодії із зовнішнім середовищем. Нехай R представляє резонансний сигнал, а C є мірою когерентності між генерованим вмістом і бажаним вмістом.

Модель може бути представлена наступними математичними складами:

Вираз звичайного резонансного сигналу:

$$R(t) = A * sin(\omega t + \varphi) \quad (5)$$

де A - амплітуда сигналу, ω - частота резонансного коливання, t - час, φ - фазовий зсув.

Вираз для міри когерентності:

$$C = \left|Corr(G, D)\right| \quad (6)$$

де $Corr$ - кореляційна функція, G - генерований вміст генеративної системи, D - бажаний вміст.

Застосування моделі виробничого простору відбувається у вимірюванні резонансного сигналу R та обчисленій мірі когерентності C. Взаємодія між резонансним сигналом та генерованим вмістом показує наявність аномалій або несправностей у системі [11].

Застосування цієї моделі дозволяє забезпечити діагностику генеративних систем штучного інтелекту в реальному часі та виявити можливі проблеми, такі як нестійкість, невідповідність параметрам навчання та інші. Модель також може бути використана для оптимізації параметрів навчання генеративних систем із зазначенням досягнення бажаного результату.

Математична модель для відгуку акустичного спектра зразка на збудження зразка "білим шумом" може бути описана наступним чином:

Амплітуда спектрального відгуку $A(f)$:

$$A(f) = H(f) * S(f) \quad (7)$$

де f - частота, $H(f)$ - передавальна функція системи, $S(f)$ - спектральна щільність білого шуму.

Передавальна функція системи $H(f)$:

$$H(f) = \left|H(f)\right| * exp\left(j\phi(f)\right) \quad (8)$$

де $\left|H(f)\right|$ - амплітудна характеристика передавальної функції, $\phi(f)$ - фазовий зсув.

Спектральна щільність білого шуму

$$S(f) = const$$

Ця модель може бути використана для дослідження та аналізу реакції зразка на вплив "білого шуму", що визнає властивості та систему впливу зразка на його спектральний відгук. Відгук об'єкта на збудження "білим шумом" позначається як $H(f)$, де $A(f)$ f - це частота. Відгук R(f) фактично є амплітудою вібрацій або іншої відповідної фізичної величини об'єкта при частоті f.

У частотному діапазоні відгук R(f) можна розглядати як згортку частотної функції відгуку об'єкта $H(f)$ та спектральної густини потужності збудження "білим шумом" $Swhite(f)$. Математично це можна виразити так:

$$R(f) = H(f) \cdot Swhite(f) \quad (9)$$

Тут $H(f)$ описує, як об'єкт реагує на збудження при кожній частоті, і $Swhite(f)$ характеризує розподіл енергії по частотах в збудженні "білим шумом".

Головна ідея полягає в тому, що частотна функція відгуку $H(f)$ містить інформацію про резонансні частоти та режими об'єкта. Ці резонанси відповідають природним частотам, при яких об'єкт має тенденцію вібрувати з більшими амплітудами. Збуджуючи об'єкт "білим шумом", який містить енергію по широкому спектру частот, ми ефективно вивчаємо відповідь об'єкта по всьому його частотному спектру.

Для визначення резонансних частот та режимів об'єкта можуть застосовуватися різні техніки обробки сигналів, такі як аналіз Фур'є, оцінка спектральної густини чи хвильовий аналіз. Ці методи дозволяють виявляти піки у частотному домені, які відповідають резонансним частотам об'єкта.

Підсумовуємо: математичний процес полягає в згортці частотної функції відгуку об'єкта зі спектральною густиною потужності збудження "білим шумом" для отримання спектру відгуку. Аналіз цього спектра дозволяє визначити резонансні частоти об'єкта та отримати уявлення про механічні властивості та поведінку об'єкта.

Отже, розділ збудження об'єкта "білим шумом" є важливою складовою резонансної діагностики, оскільки дозволяє отримати спектральну характеристику об'єкта, яка містить інформацію про його резонансні властивості. Збуджуючи об'єкт "білим шумом", йому надається випадковий спектр енергії з різними частотами. Оскільки об'єкт реагує на цей збуджувальний сигнал різними резонансними частотами, спектр відгуку відображає ці резонанси.

Застосування збудження "білим шумом" дозволяє отримати повний частотний спектр відгуку об'єкта, включаючи як основні резонансні частоти, так і додаткові моди вібрацій. Це дозволяє точніше визначити спектральні характеристики об'єкта, такі як його природні частоти, амплітуди резонансних піків та їхній розподіл по частотному діапазону.

Збудження "білим шумом" також дозволяє виявляти невидимі або менш очевидні резонансні режими об'єкта. Оскільки "білий шум" містить енергію по всьому спектру частот, це може допомогти виявити менш видимі резонанси або навіть структурні дефекти, які можуть бути приховані в інших режимах збудження.

Отже, збудження об'єкта "білим шумом" є потужним методом для вивчення його резонансних властивостей та визначення спектральної характеристики відгуку. Цей метод дозволяє отримати достатньо повну інформацію про резонанси об'єкта та допомагає зрозуміти його механічні характеристики та динамічну поведінку.

Приклади практичного використання акустичної резонансної діагностики складових виробничих систем.

Приклад 1.

Діагностика розташування робочих ланок механізмів з кінематикою паралельної структури

На підставі збуджених власних коливань об`єкта за допомогою застосування частотних спектрів поглинання акустичних сигналів нормованого «білого шуму» просторовими механізмами встановлена можливість ідентифікувати їх конфігурації в статиці і динаміці, а також, діагностувати координати траєкторій і позицій виконавчих органів і динамічних характеристик рухомих елементів верстатного обладнання з механізмами паралельної структури (рис. 1).

Реалізація запропонованого і розробленого методу ідентифікації виконана на натурній моделі шляхом

впливу на конструкцію малопотужним акустичним сигналом з рівно імовірнісним розподілом сигналів однакової амплітуди в діапазоні 20-20000 Гц. Частотний спектр відгуку, що представляє собою суму збуджених, поглинених і відображених акустичних хвиль піддається обробці на глибоких нейроподібних мережах (рис. 2).

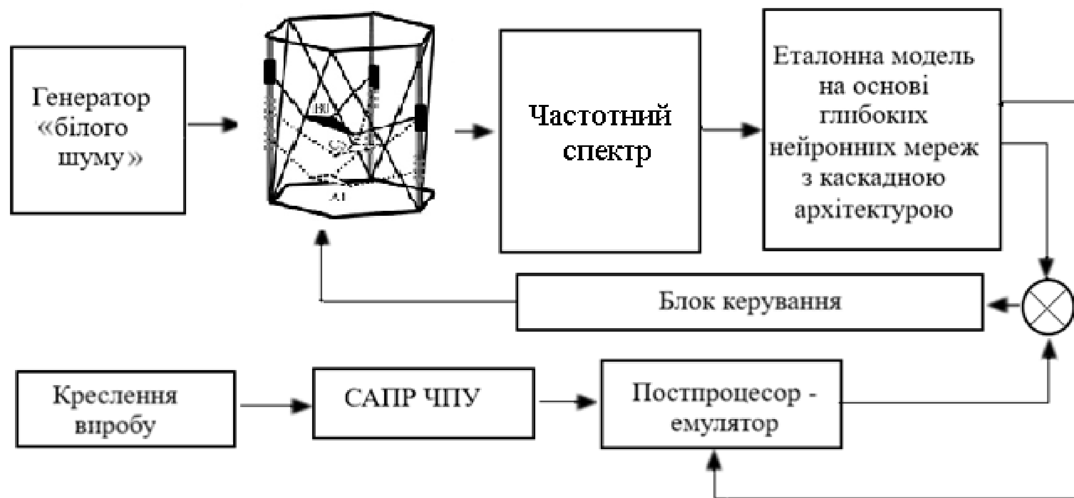


Рис. 1. Структура системи управління з використанням еталонної моделі на глибоких нейроподібних мережах і каскадною реалізацією

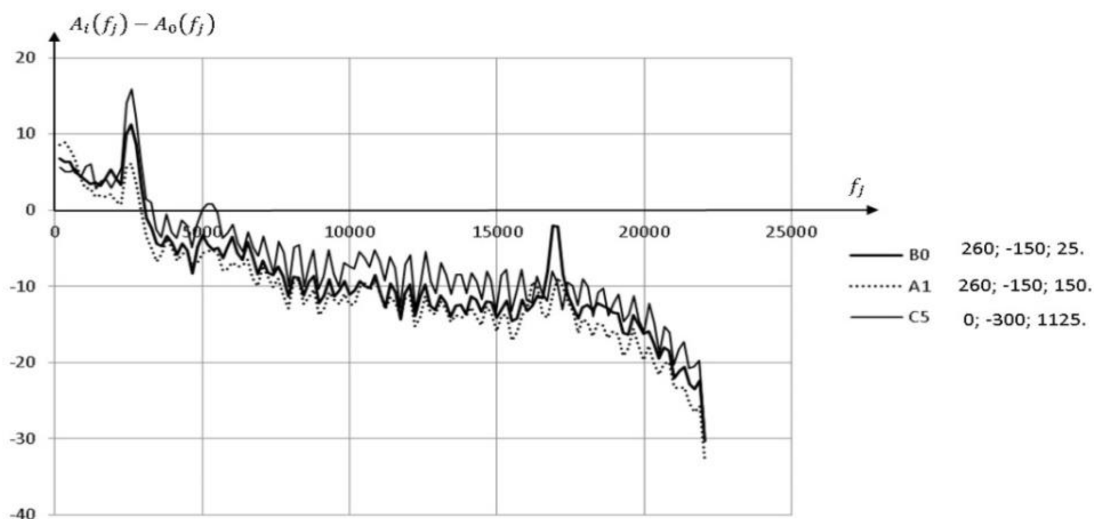


Рис. 2. Приклади спектрів акустичних сигналів для координат позиціонування виконавчого механізму технологічної машини з кінематикою паралельної структури

Результатом такої обробки є ідентифікаційна модель, що інтегрує особливості багатошарових перцептронів і карт Кохонена. Таке об'єднання можливе за допомогою нейроподібних мереж каскадної конфігурації і модифікованим нейроподібним елементам. Використання такої еталонної моделі дозволило отримати похибку позиціонування робочої ланки механізмів на рівні 1÷2 мкм.

Приклад 2.

Комплектування багатолезових фрез твердосплавними пластинами

Комплектування багатолезових фрез твердосплавними пластинами є важливою складовою процесу підготовки інструмента до роботи. З правильним відбором пластин можна підвищити ефективність та якість обробки матеріалу, а також зменшити

витрати на заміну твердосплавних пластин та ремонт інструменту.

Однією з головних невирішених проблем при експлуатації фрез зі змінними твердосплавними пластинами залишається їх нерівномірне зношення, яке призводить до ряду негативних наслідків. Часто в роботі одна з пластин може вийти з ладу або скоріше зноситися відносно інших пластин. Тим самим і у інших пластин починається зношення, відколи і можуть бути перенагрівання й інші проблеми.

Внаслідок аналізу причин нерівномірного зносу комплектів пластин багатолезових фрез з’ясовано, що на це впливає майже невелика різниця у фізичних властивостях пластин з однієї партії. Тому ціллю цієї роботи є розробка засобів і методів їх використання для ідентифікації та групування пластин однієї партії.

Для досягнення цього запропоновано ідентифікацію пластин за ознакою порівняння індивідуальних спектрів їх власних коливань.

Принципову схему пристрою для визначення спектра власних коливань кожної ріжучої пластини наведено на рис.3.

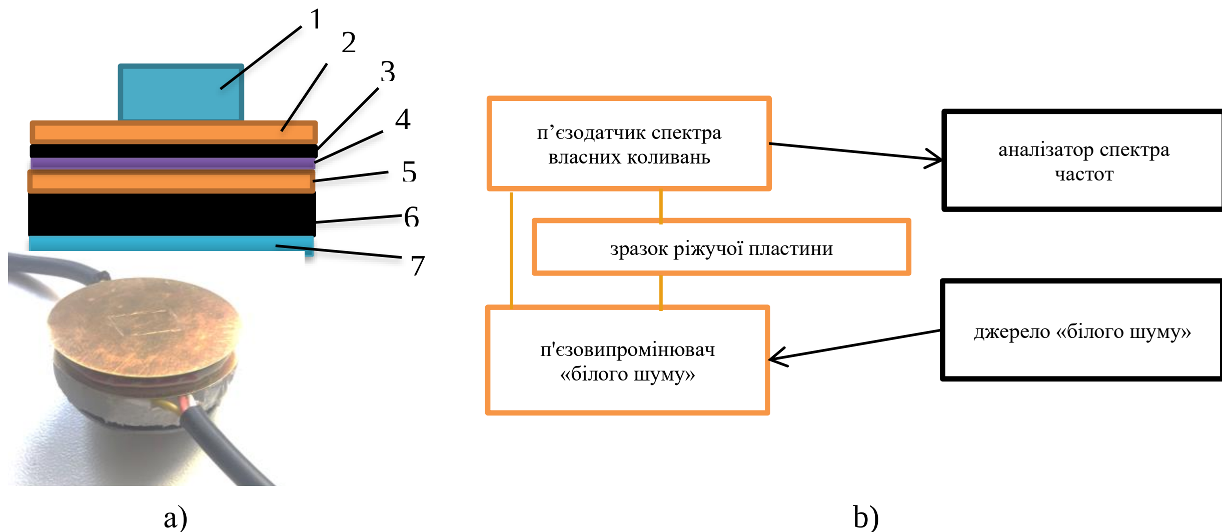


Рис. 3. а) принципова схема і зовнішній вигляд пристрою (1-зразок ріжучої пластини, 2-п’єзодатчик спектра власних коливань, 3-демпфер, 4-ізоляційна пластина, 5-п'єзовипромінювач «білого шуму», 6-демпфер, 7-сталева пластина); b) структура діагностичного стенду

У цьому напрямку здійснено припущення, що збудження пластин широкосмуговим спектром в акустичному діапазоні і постійним по амплітуді впливом дозволяє отримати саме індивідуальні резонансні коливання пластин. Порівняння спектрів власних коливань ріжучих пластин надає підстави для віднесення кожної з них до тієї чи іншої групи за ознакою подібності.

Аналіз спектрів коливань ріжучих пластин виконувався на підставі використання пристрою (рис.1а) і за схемою діагностичного стенда (рис.1б). Фрагмент оцифрованого спектра частки ріжучих пластин представлений на рис. 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Hz	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
2	0,00	-17,23	-18,86	-19,38	-20,87	-21,61	-21,20	-21,18
3	172,30	-16,11	-17,32	-17,67	-18,96	-19,51	-19,15	-19,07
4	344,50	-33,96	-34,37	-34,68	-35,20	-35,45	-35,48	-35,00

Рис. 4. Фрагмент оцифрованого спектра власних коливань частки ріжучих пластин

Розрахунок комплексного показника наведеної резонансної частоти кожного зразка – ріжучої пластини виконувався за формулою (10):

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} f_{ij} A_{ij}}{\sum_{i=1}^{i=m} A_{ij}} \qquad (10)$$

У результаті обробки акустичних спектрів власних коливань ріжучих пластин отримано їх розподіл за показником f_j і подальше групування за ознаками найближчих властивостей (табл. 1).

Таблиця 1. Групування пластин за показником f_j

Кількість пластин в групі	Номера пластин
11	3, 5, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23
10	2, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 18, 30
7	1, 24, 25, 26, 27, 28, 29
2	6, 11

Завдяки такому поділу можна підбирати пластини для фрез з різною кількістю пластин. У першу групу увійшло 11 пластин. Цю групу можна використати для підходящої фрези. У другу групу увійшло 10 пластин, в третю групу увійшло 7 пластин. Такий поділ дозволяє обирати групи пластин для відповідних фрез, в яких вони будуть максимально ефективно використовуватися. В четверту групу увійшли 2 пластини з показниками, які сильно відрізняються від інших груп. Такі пластини не можна використовувати в комбінації з іншими групами, оскільки такі пластини можуть призвести до швидкого зносу, браку, сколів. Але вони мають більшу подібність одна до одної, тому їх можна використовувати окремо.

Відбір комплектів пластин по їх інтегральним характеристикам для установки на фрезу дозволить збільшити стійкість фрези, а також стабільність різання, забезпечуючи рівномірний знос всіх пластин комплекту. Також великий розкид показників f_j в одній фірмовій партії ріжучих пластин свідчить про доцільність проводити приймальне розподілення пластин ідентичних партій. Такий підхід значно збільшує комплектацію багатолезових фрез на машинобудівному підприємстві. Попередні випробування такої методики збирання фрез показали підвищення їх стійкості в середньому на 35-50 %.

Приклад 3.

Магнітно-резонансна обробка матеріалів

Особливий науковий інтерес представляє дослідження впливу на атомний і субатомний рівень матеріалів зразків, частинки яких піддаються вібраціям у сильному рівномірному магнітному полі на власних резонансних частотах з амплітудами нанометричного діапазону [12, 13, 14].

Дослідження використання рівномірного потоку магнітного поля, утвореного потужними постійними магнітами, виконано для впливу на об'єм матеріалу непереточувальних пластин ріжучого інструмента CNMG 120508E-M. Надана схема впливу рівномірного магнітного потоку, ініційованого в результаті резонансних коливань зразка, викликаних широкосмуговим впливом рівної амплітуди за допомогою генератора «білого шуму» і п'єзовипромінювача (рис. 5а і 5в).

Додавання зразкам механічних коливань в рівномірному постійному магнітному полі дозволив досягти об'ємного зміцнення зразків від 150 HB до 240÷250 HB, тобто на 60÷65% за 10-12 хвилин, що складає зміцнення зразків на 5-6% за одну хвилину. Зразки твердого сплаву, поміщені в магнітне поле постійного магніту, піддані резонансним коливанням, викликаним широкосмуговим впливом постійної амплітуди - «білим шумом», змінюють твердість і досягають

максимального значення вже після 10 хвилин магніторезонансної обробки.

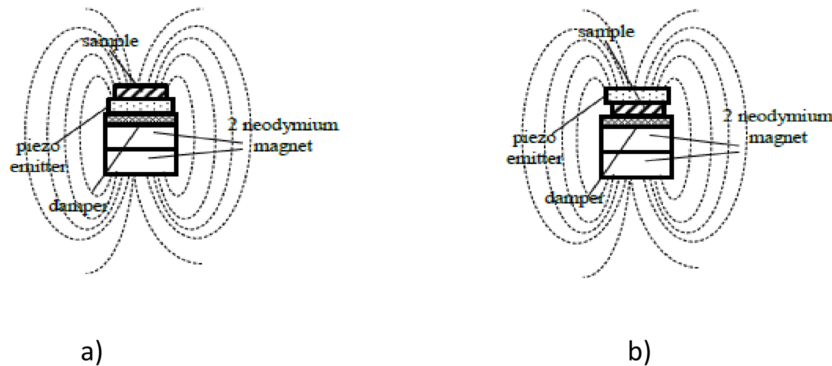


Рис. 5. Принципові схеми пристроїв для зміцнення зразків з верхнім (a) і нижнім (b) положенням зразка щодо п'єзозбудника

Варіанти взаємного розташування елементів складання для експериментальних досліджень магніторезонансної обробки евтектоїдної сталі з відповідним хімічним складом (З = 0,8%; Si=0,15%; Mn=0,15%; P=0,012%; S=0,017%; Cr=0,10%; Al=0,009%; Cu=0,10%) можуть бути представлені ланцюжками: NM-PD-S-PV-NM (варіанти 1-3) і PD-S-PV-NM (варіант 4), де NM - неодимовий магніт; S - зразок; PV - п'єзоелемент як збудник вібрацій; PD - п'єзоелектричний датчик.

Зразки піддані резонансним коливанням і поміщені всередину рівномірного магнітного поля, створеного неодимовими магнітами, підвищили твердість матеріалу і після 30 хвилин стабілізують значення твердості.

Порівняльна ефективність магніторезонансної обробки зразків за представленими схемами широкосмуговим п'єзоелектричним збудником потужністю до 5 Вт в магнітному полі постійного неодимового магніту підтвердила підвищення твердості зразків на 35-40%.

Металографічні дослідження результатів розглянутого принципу зміцнення матеріалу можна проілюструвати на рис.6.

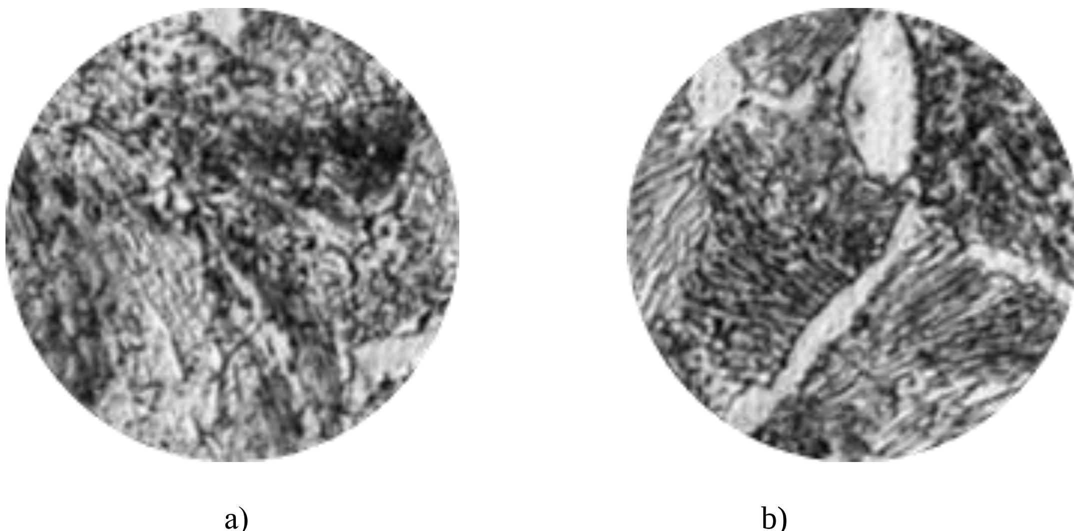


Рис. 6. Структура сталевих зразків: (a) - до магніторезонансної обробки, HB = 145; (b) - після магніторезонансної обробки, HB = 197

Фотографії структури отримані протравлюванням 4% спиртовим розчином HNO. Межі зерен проявляються після протравлювання по розірваній ферритній сітці в поздовжньому напрямку. При цьому спостерігалося формування в обсязі матеріалу зразків сітки армуючого характеру з пластинчастого перлиту. Збільшення амплітуди коливань п'єзоелектричного резонатора і, отже, зразків призводить до зростання твердості матеріалу і тривалості досягнення встановленого значення його твердості, проте характер таких змін носить екстремальний характер. Отримані результати дозволяють зробити висновок про перспективність магніторезонансної обробки для підвищення зносостійкості неперетачуваних пластин ріжучого інструменту, для підвищення довговічності елементів механічних деталей і конструкцій. Також з'являється можливість розширити перелік технологічних впливів на робочі поверхні деталей машин поряд з поверхнево-пластичним деформуванням і термообробкою.

Висновки

У підсумку дослідження резонансної діагностики генеративних систем штучного інтелекту (ГСШІ) можна виділити кілька ключових висновків, які підкреслюють її важливість та потенціал у вирішенні актуальних проблем:

По-перше, дослідження підтверджують, що резонансна діагностика дійсно є могутнім інструментом для виявлення та аналізу проблем, які можуть виникати у генеративних системах штучного інтелекту. З використанням резонансного сигналу, який відображає ступінь когерентності між генерованим та бажаним вмістом, можна вчасно виявляти нестабільність, невідповідність та інші проблеми, що важливі для забезпечення якості генерованого вмісту.

По-друге, резонансна діагностика може бути успішно використана для налаштування параметрів навчання ГСШІ. Аналіз резонансного сигналу допомагає досягти покращення реалістичності, різноманітності та якості генерованого вмісту. Це має суттєве значення для досягнення бажаних результатів роботи системи та оптимального використання ресурсів навчання.

По-третє, важливим аспектом резонансної діагностики є її внесок у вирішення проблем стійкості та адаптації ГСШІ до змінних умов роботи. Здатність виявляти резонанс в системі може вказувати на її стан та ефективність в умовах зовнішнього впливу або шуму, допомагаючи забезпечити більш стійке та надійне функціонування.

Звертаючи увагу на додаткові приклади використання резонансної діагностики, які були додані до статті, можна висловити впевненість у її універсальності та широкому застосуванні. Незалежно від конкретного об'єкта дослідження, резонансна діагностика може бути ефективною для виявлення, аналізу та усунення проблем різного роду.

У цілому, результати дослідження резонансної діагностики в генеративних системах штучного інтелекту наголошують на тому, що цей підхід має значний потенціал для покращення якості та продуктивності систем. Застосування резонансної діагностики допомагає вчасно виявляти, аналізувати та реагувати на можливі проблеми, забезпечуючи стійкість, якість та ефективність функціонування ГСШІ.

Література

1. Fiona Fui-Hung Na, Ruilin Zheng, Jingguan Tsai, Keng Siao and Langtao Chen (2023). Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and human collaboration, Journal of Information Technology Case and Application Research, DOI: 10.1080/15228053.2023. 2233814.
2. Sujit Kumar Dehury, Deeptimayee Khatua, Ram Naresh Prasad Choudhary, Patnala Ganga Raju Achary. (2021). Electrical and Dielectric Characterization of Bismuth Holmium Nickel Titanate (BiHoNiTiO6). Transactions of the Indian Ceramic Society 80:2, pages 135-141.
3. Shurong Tong, Yafei Nie. (2023) Measuring Designers' Cognitive Load for Timely Knowledge Push via Eye Tracking. International Journal of Human–Computer Interaction 39:6, pages 1230-1243.
4. Zhang, Wentian & Liu, Haozhe & Bing, Li & Xie, Jinheng & Huang, Yawen & Li, Yuexiang & Zheng, Yefeng & Ghanem, Bernard. (2023).

Dynamically Masked Discriminator for Generative Adversarial Networks.
5. Zillner, S., Bisset, D., Milano, M., Curry, E., García Robles, A., Hahn, T., Irgens, M., Lafrenz, R., Liepert, B., O'Sullivan, B. and Smeulders, A., (eds) (2020) "Strategic Research, Innovation and Deployment Agenda - AI, Data and Robotics Partnership. Third Release." September 2020, Brussels. BDVA, euRobotics, ELLIS, EurAI and CLAIRE.
6. Generative AI Models Explained (2022). 13 Oct, 2022. Retrieved from https://www.altexsoft.com/blog/generative-ai/
7. Nguyen, T. H. (Contributor). (2021, December 08). 5 Impactful Technologies From the Gartner Emerging Technologies and Trends Impact Radar for 2022. Gartner. URL: https://www.gartner.com/en/articles/5-impactful-technologies-from-the-gartner-emerging-technologies-and-trends-impact-radar-for-2022
8. Zhu, Y., Gupta, V. & Li, L. (2019). Coherence resonance in low-density jets. Journal of Fluid Mechanics, 881, R1. doi:10.1017/jfm.2019.782.
9. Neiman, Alexander. (2007). Coherence resonance. Scholarpedia. 2. 1442. https://doi.org/10.4249/scholarpedia.1442. https://www.researchgate.net/publication/220580005_Coherence_resonance
10. Panahi, Mahta & Abrevaya, Germán & Gagnon-Audet, Jean-Christophe & Voleti, Vikram & Rish, Irina & Dumas, Guillaume. (2021). Generative Models of Brain Dynamics https://www.researchgate.net/publication/357267955_Generative_Models_of_Brain_Dynamics_--_A_review
11. Kim J. M., Wee J., Peters K. Demonstration of Coherent Interference between Acoustic Waves Using a Fiber Ring Resonator. Sensors. 2022; 22(11):4163. https://doi.org/10.3390/s22114163.
12. Ковалевський С. В., Ковалевська О. С. Спосіб зміни фізико-механічних властивостей зразків з магнітних та немагнітних матеріалів. Патент 143057 Україна. МПК B23H 7/38 (2006.01). Донбас. держ. машинобуд. акад. № u202000120. Опубліковано 10.07.2020; Бюл. № 13.
13. Kovalevskyy S., Kovalevska O., Dasic P. Vibration-pulse machining. In: Kovalevskyy S (Ed.) Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2020: збірник наукових праць XIX Міжнародної наукової конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2020». Краматорськ: ДДМА; 2020. С. 82–84.
14. Ковалевський С. В., Ковалевська О. С., Боровий І. Б. Об'ємна обробка матеріалів в рівномірному магнітному полі. У: Нові й нетрадиційні технології в ресурсо- і енергозбереженні: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 23–25 вересня 2020, м.Одеса: ОНПУ; 2020. С. 80–85.

References

1. Fiona Fui-Hung Na, Ruilin Zheng, Jingguan Tsai, Keng Siao and Langtao Chen (2023). Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and human collaboration, Journal of Information Technology Case and Application Research, DOI: 10.1080/15228053.2023. 2233814.
2. Sujit Kumar Dehury, Deeptimayee Khatua, Ram Naresh Prasad Choudhary, Patnala Ganga Raju Achary. (2021). Electrical and Dielectric Characterization of Bismuth Holmium Nickel Titanate (BiHoNiTiO6). Transactions of the Indian Ceramic Society 80:2, pages 135-141.
3. Shurong Tong, Yafei Nie. (2023) Measuring Designers' Cognitive Load for Timely Knowledge Push via Eye Tracking. International Journal of Human–Computer Interaction 39:6, pages 1230-1243.
4. Zhang, Wentian & Liu, Haozhe & Bing, Li & Xie, Jinheng & Huang, Yawen & Li, Yuexiang & Zheng, Yefeng & Ghanem, Bernard. (2023). Dynamically Masked Discriminator for Generative Adversarial Networks.
5. Zillner, S., Bisset, D., Milano, M., Curry, E., García Robles, A., Hahn, T., Irgens, M., Lafrenz, R., Liepert, B., O'Sullivan, B. and Smeulders, A., (eds) (2020) "Strategic Research, Innovation and Deployment Agenda - AI, Data and Robotics Partnership. Third Release." September 2020, Brussels. BDVA, euRobotics, ELLIS, EurAI and CLAIRE.
6. Generative AI Models Explained (2022). 13 Oct, 2022. Retrieved from https://www.altexsoft.com/blog/generative-ai/.
7. Nguyen, T. H. (Contributor). (2021, December 08). 5 Impactful Technologies From the Gartner Emerging Technologies and Trends Impact Radar for 2022. Gartner. URL: https://www.gartner.com/en/articles/5-impactful-technologies-from-the-gartner-emerging-technologies-and-trends-impact-radar-for-2022
8. Zhu, Y., Gupta, V. & Li, L. (2019). Coherence resonance in low-density jets. Journal of Fluid Mechanics, 881, R1. doi:10.1017/jfm.2019.782.
9. Neiman, Alexander. (2007). Coherence resonance. Scholarpedia. 2. 1442. https://doi.org/10.4249/scholarpedia.1442. https://www.researchgate.net/publication/220580005_Coherence_resonance.
10. Panahi, Mahta & Abrevaya, Germán & Gagnon-Audet, Jean-Christophe & Voleti, Vikram & Rish, Irina & Dumas, Guillaume. (2021). Generative Models of Brain Dynamics https://www.researchgate.net/publication/357267955_Generative_Models_of_Brain_Dynamics_--_A_review
11. Kim J. M., Wee J., Peters K. Demonstration of Coherent Interference between Acoustic Waves Using a Fiber Ring Resonator. Sensors. 2022; 22(11):4163.
12. Kovalevskyy S. V., Kovalevska O. S. Sposib zminy fizyko-mekhanichnykh vlastyvostei zrazkiv z mahnitnykh ta nemahnitnykh materialiv. Patent 143057 Ukraina. MPK B23H 7/38 (2006.01). Donbas. derzh. mashynobud. akad. № u202000120. Opublikovano 10.07.2020; Biul. № 13.
13. Kovalevskyy S., Kovalevska O., Dasic P. Vibration-pulse machining. In: Kovalevskyy S (Ed.) Neiromerezhni tekhnolohii ta yikh zastosuvannia NMTiZ-2020: zbirnyk naukovykh prats XIX Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii «Neiromerezhni

tekhnolohii ta yikh zastosuvannia NMTiZ-2020». Kramatorsk: DDMA; 2020. S. 82–84.

14. Kovalevskyy S. V., Kovalevska O. S., Borovyi I. B. Obiemna obrobka materialiv v rivnomirnomu mahnitnomu poli. U: Novi y netradytsiini tekhnolohii v resurso- i эnerhozberezhenni: Materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, 23–25 veresnia 2020, m.Odesa: ONPU; 2020. S. 80–85.

The article has been sent to the editors 17.08.23.
After processing 25.08.23.
Submitted for printing 30.08.23.